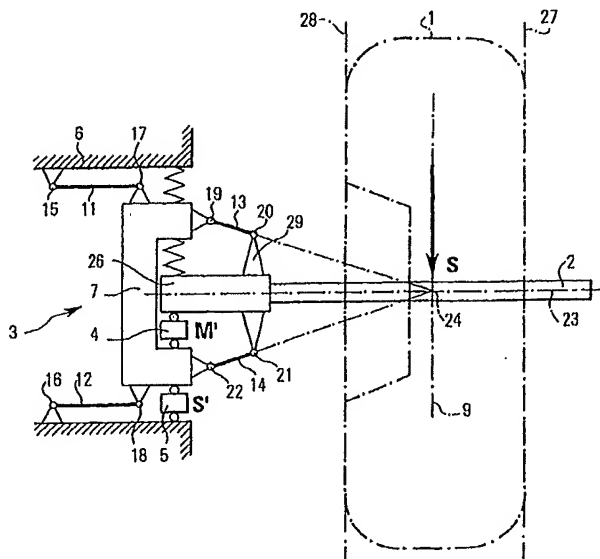


PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01M 1/04	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/14503 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. März 2000 (16.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/06372 (22) Internationales Anmeldedatum: 30. August 1999 (30.08.99) (30) Prioritätsdaten: 198 39 976.6 2. September 1998 (02.09.98) DE 198 44 975.5 30. September 1998 (30.09.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SNAP-ON TECHNOLOGIES, INC. [US/US]; 420 Barclay Boulevard, Lincolnshire, IL 60069 (US). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOEBEL, Eickhart [DE/DE]; Elbestrasse 11, D-64319 Pfungstadt (DE). (74) Anwalt: NÖTH, Heinz; Arnulfstrasse 25, D-80335 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: DEVICE FOR MEASURING THE FORCES GENERATED BY A ROTOR IMBALANCE		
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR MESSUNG VON KRÄFTEN, WELCHE DURCH EINE UNWUCHT EINES ROTORS ERZEUGT WERDEN		
(57) Abstract		
<p>The invention relates to a device for measuring the forces which are generated by the imbalance of a rotor (1), especially of an automobile wheel. The device comprises a measuring shaft (2) which is mounted in such a way that it can rotate about its axis (23) and to which the rotor (1) is fixed in order to carry out the measurement, and a mounting arrangement (3) for mounting the measuring shaft (2) on a stationary frame (6). The mounting (3) has dynamometers (4, 5) and an intermediate frame (7) on which the measuring shaft (2) is supported by a first dynamometer (4) and at least one virtual bearing (24). The intermediate frame (7) is supported on the stationary frame (6) by another dynamometer (5). This results in reduced forced dynamics compared to conventional machines with a floating mounting.</p>		
(57) Zusammenfassung		
<p>Eine Vorrichtung zur Messung von Kräften, welche durch eine Unwucht eines Rotors (1), insbesondere Kraftfahrzeugrades, erzeugt werden, mit einer drehbar um ihre Achse (23) gelagerten Meßwelle (2), an welcher der Rotor (1) für die Messung befestigt wird, und einer Kraftmeßgeber (4, 5) aufweisenden Lagerung (3) der Meßwelle (2) an einem ortsfesten Rahmen (6), wobei die Lagerung (3) einen Zwischenrahmen (7) aufweist, an welchem die Meßwelle (2) über einen ersten Kraftmeßgeber (4) und wenigstens eine virtuelle Lagerstelle (24) abgestützt ist und der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) über einen weiteren Kraftmeßgeber (5) abgestützt ist. Hierdurch wird eine gegenüber herkömmlichen Maschinen mit fliegender Lagerung reduzierte Kräftedynamik erreicht.</p>		



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

[Bezeichnung der Erfindung]

Vorrichtung zur Messung von Kräften,
welche durch eine Unwucht eines Rotors erzeugt werden

[Stand der Technik]

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff
5 des Patentanspruches 1, wie aus DE 33 32 978 A1 bekannt.

Bei einer derartigen Vorrichtung zur Messung von Kräften, welche durch eine Unwucht eines Rotors erzeugt werden, ist es bekannt, die Meßwelle in zwei im axialen Abstand
10 voneinander angeordneten Lagereinheiten, welche über Kraftmeßgeber gegenüber einem hohlen Lagergehäuse abgestützt sind, drehbar zu lagern. Diese Meßwellenlagerung wird von einem ortsfesten Rahmen getragen.

15 Aus der EP 0 343 265 A1 ist es bei einer Auswuchtmaschine bekannt, einen sich axial zur Meßwelle erstreckenden Stützträger schwingungsfähig gegenüber einem ortsfesten Rahmen zu lagern und im axialen Abstand voneinander angeordnete Meßgeber zwischen dem Stützträger und dem ortsfesten Rahmen anzuordnen.
20 Aus der DE 33 30 880 A1 ist es bekannt, eine die Meßwellendrehlagerung aufnehmende Abstützung über im axialen Abstand voneinander angeordnete Kraftmeßwandler an einem ortsfesten Rahmen abzustützen.

25 Bei einer aus der EP 0 133 229 A1 bekannten Vorrichtung, die zum Auswuchten von Kraftfahrzeugrädern dient, wird die Meßwelle in einer Kraftmeßgeber aufweisenden Lagerung an einem ortsfesten Rahmen abgestützt. Zur Erzielung eines dynamischen Unwuchtausgleichs sind zwei Lagerebenen, in denen auch die
30 Kraftmeßgeber angeordnet sind, für die Lagerung der Meßwelle vorgesehen.

Aus der EP 0 058 860 B1 ist eine Auswuchtmaschine für Rotationskörper bekannt, bei welcher die Meßwelle auf einem senkrecht am Maschinenbett angeordneten elastisch nachgiebigem Flachteil drehbar gelagert ist. Hierzu ist das Drehlager der Meßwelle an der oberen Kante des Flachteils vorgesehen. Positionsauslenkungen des Flachteils werden über einen im rechten Winkel zum Flachteil verlaufenden Arm von Meßgebern erfaßt, deren Krafteinleitungsrichtungen senkrecht zueinander verlaufen. Der eine Meßgeber nimmt dabei den statischen Anteil auf, während der andere Meßgeber die aus der dynamischen Unwucht resultierenden Kräfte, welche eine Verdrehung des senkrechten elastisch nachgiebigen Flachteils um etwa eine Mittellinie bewirken, erfaßt.

15

Ferner ist aus der DE-AS 16 98 164 ein schwingungsmessendes (überkritisches) Meßsystem bekannt mit einer Lagerung für den Rotor auf schräg zueinander gestellten Blattfedern, deren Verlängerungen einen virtuellen Schnittpunkt in einer der Ausgleichsebenen des auszuwuchtenden Rotors bilden. Die beiden schräg zueinander gestellten Blattfedern sind über eine Zwischenplatte auf parallel zueinander angeordneten senkrecht stehenden Blattfedern gegen eine Grundplatte abgestützt. Mittels Schwingungsumformern werden die aus einer Rotorunwucht resultierenden Schwingungen der Blattfedern erfaßt und in entsprechende Meßsignale umgesetzt.

Aus der DE-AS 10 27 427 und der DE-AS 10 44 531 ist es bekannt, bei Federstäben oder Plattfedern, welche schwingungsfähige Lagerungen in Auswuchtmaschinen bilden, durch Verdünnungsstellen Gelenke zu bilden.

Die bei den bekannten Vorrichtungen in den Lagerebenen an den Meßorten vorgesehenen Kraftmeßgeber liefern Meßgebersignale, die proportional den Fliehkräften sind, die aus der Rotorunwucht resultieren und in den Lagerebenen bzw. an den Meßorten
5 die von den Meßgebern gemessenen Reaktionskräfte hervorrufen. Bei den herkömmlichen Standardmeßsystemen für Radauswuchtmaschinen ist für die Meßwelle und den darauf aufgespannten Rotor eine fliegende Lagerung üblich. Die Umrechnung auf die beiden Ausgleichsebenen am Rotor für den dynamischen Unwucht-
10 ausgleich erfolgt aufgrund der Kraft-Hebel-Gesetze der Statik. Die von den Kraftmeßgebern in den beiden Lagerebenen gemessenen Kräfte sind daher abhängig vom jeweiligen Abstand, den der Rotor zu den beiden Kraftmeßgebern hat. Da diese Abstände unterschiedlich groß sind, ergibt sich bei der
15 Änderung der Empfindlichkeit eines der beiden Meßwandler aufgrund unterschiedlicher Einwirkungen, z.B. durch Temperatur, Alterung, Schlag, Überlastung, Transporterschütterung, Feuchtigkeitseinfluß und dergl., ein überproportionaler Fehler bei den für die jeweiligen Ausgleichsebenen errechneten Ausgleichsmassen.
20

[Aufgabe der Erfindung]

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher eine Empfindlichkeitsänderung eines Meßwandlers sich aufgrund der oben erläuterten Kräftedynamik nur geringfügig auf den in den Ausgleichsebenen vorzunehmenden Massenausgleich, beispielsweise durch
25 anzubringende Ausgleichsgewichte, auswirkt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden
30 Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Hierzu ist der starr ausgebildete Zwischenrahmen, an welchem die Meßwelle in einer einen Kraftmeßgeber aufweisenden Lagerebene abgestützt ist, am ortsfesten Rahmen über einen weiteren Kraftmeßgeber abgestützt. Die beiden Kraftmeßgeber befinden sich somit in zwei Lagersystemen für eine kraftmessende Unwuchterfassung, wobei jeder Kraftmeßgeber einem der beiden Lagersysteme zugeordnet ist. Die beiden Lagersysteme befinden sich zwischen der Meßwelle und dem starren Rahmen, beispielsweise der Auswuchtmaschine, an welcher die Unwuchtmessung und der Unwuchtausgleich an einem Kraftfahrzeuggrad vorgenommen wird. Die Kraftmeßgeber können dabei in verschiedenen, jedoch im Bereich des starren Zwischenrahmens liegenden Lagerebenen oder in einer gemeinsamen Lagerebene liegen.

15 Durch die Ausbildung der beiden oben erwähnten Lagersysteme ist wenigstens eine weitere Abstützung der Meßwelle vorgesehen, welche die Eigenschaft einer virtuellen Lagerstelle in einer weiteren Lagerebene hat. Es können auch zwei derartige Lagerebenen mit derartigen virtuellen Lagerstellen vorgesehen sein. Die virtuellen Lagerstellen können sich zu beiden 20 Seiten des zu messenden Rotors befinden. Es ist jedoch auch möglich, nur eine eine virtuelle Lagerstelle aufweisende zusätzliche Lagerebene vorzusehen, welche sich bevorzugt zwischen den beiden Ausgleichsebenen des Rotors oder auch

zwischen der Ebene, in der die Kraftmeßgeber liegen, und dem Rotor befindet.

In bevorzugter Weise sind die beiden Kraftmeßgeber in einer
5 gemeinsamen Lagerebene, welche senkrecht zur Achse der Meß-
welle verläuft, angeordnet. Die in den Kraftmeßgebern als
Reaktionskräfte eingeleiteten Kräfte sind parallel, insbeson-
dere koaxial, zueinander ausgerichtet und befinden sich in
der gemeinsamen Lagerebene. Die Kraftmeßgeber können jedoch
10 im Bereich der axialen Ausdehnung des Zwischenrahmens in
unterschiedlichen Lagerebenen liegen.

Eine bevorzugte Ausführungsform besteht darin, daß die Meß-
welle in einer ersten den Kraftmeßgeber aufweisenden La-
15 gerebene und in einer zweiten die virtuelle Stützstelle
aufweisenden Lagerebene am Zwischenrahmen abgestützt ist und
daß der Zwischenrahmen in der einen Lagerebene über den
zweiten Kraftmeßgeber am ortsfesten Rahmen angestützt ist und
ferner mittels einer Parallelführung am ortsfesten Rahmen
20 angelenkt ist. Die die virtuelle Stützstelle aufweisende
Lagerebene kann sich zwischen dem Rotor, insbesondere Kraft-
fahrzeugrad, und der Lagerebene, welche die beiden Kraftmeß-
geber aufweist, oder bevorzugt zwischen den beiden Ausgleich-
sebenen des Rotors, insbesondere Kraftfahrzeugrades befinden.

25

Der Zwischenrahmen kann über ein Stützhebelpaar und Gelenken
an den jeweiligen Enden der Stützhebel am ortsfesten Rahmen
abgestützt sein. Auch die Meßwelle kann über ein Stützhebel-
paar und Gelenken an den Hebelenden am Zwischenrahmen abge-
30 stützt sein. Die Achsen der jeweiligen Gelenke verlaufen
senkrecht zu der Ebene, in welcher die in die Kraftmeßgeber
eingeleiteten Kräfte und die Achse der Meßwelle liegen. Das

Stützhebelpaar, welches den Zwischenrahmen am ortsfesten Rahmen abstützt, kann gleichzeitig die Parallelführung des Zwischenrahmens am ortsfesten Rahmen bewirken. Hierzu verlaufen die Stützhebel parallel zueinander. Es ist jedoch auch
5 möglich, die Stützhebel im Winkel zueinander anzuordnen, wobei der Scheitel des Winkels bevorzugt in der Achse der Meßwelle oder in der Nähe dieser Meßwellenachse liegt. Die Gelenke der Stützhebel liegen dann in den Ecken eines Trapezes der Grundrißanordnung der Stützhebel. Durch diese Anord-
10 nung wird die an der äußeren Seite des Rotors liegende virtuelle Lagerstelle geschaffen. Die innerhalb des Rotors, insbesondere zwischen den Ausgleichsebenen, liegende virtuelle Lagerstelle der Meßwelle am Zwischenrahmen kann ebenfalls durch im Winkel zueinander angeordnete Stützhebel, deren
15 Gelenke in den Ecken eines Grundrißtrapezes der Stützhebelanordnung liegen, gebildet werden. In bevorzugter Weise sind die Stützhebel als biegesteife Flachteile, z.B. Blechteile, Gußteile, gewalzte Flachteile und dergleichen ausgebildet, welche zusammen mit den Gelenken gewährleisten, daß in die
20 Meßgeber die gewünschte, beispielsweise im wesentlichen lineare und coaxial verlaufende Krafteinleitung erfolgt. Die Stützhebelanordnung, welche aus den Flachteilen gebildet ist, kann aus einem Stück hergestellt sein, wobei die Flachteile biegesteif ausgebildet sind und nur die dazwischenliegenden,
25 im wesentlichen linienförmig verlaufenden Gelenke biegeelastisch sind. Die Gelenke können durch Schwachstellen, beispielsweise Einschnürungen zwischen den einzelnen biegesteifen Flachteilen gebildet sein. Hierdurch werden biegeelastische Gelenkachsen zwischen den biegesteifen Flachteilen
30 gebildet. Durch die entsprechende Anordnung, parallel oder im Winkel, werden dann, wie oben erläutert, die gewünschten virtuellen Lagerstellen, welche in den jeweiligen Lagerebenen

linienförmig sich erstreckende Lagerachsen bilden, geschaffen.

Die virtuellen Lagerstellen sind auch die im Rahmenrechner
5 der Auswuchtmaschine berücksichtigten Meßorte, welche virtuelle Meßorte darstellen.

[Beispiele]

Anhand der Figuren wird an Ausführungsbeispielen die Erfindung noch näher erläutert. Es zeigt:

10

Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel;

Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel;

Fig. 3: ein drittes Ausführungsbeispiel;

Fig. 4: ein viertes Ausführungsbeispiel;

15 Fig. 5: ein fünftes Ausführungsbeispiel;

Fig. 6: ein sechstes Ausführungsbeispiel;

Fig. 7: eine Draufsicht auf eine Meßanordnung
und Lagerung für die Meßwelle, wie sie
bei den Ausführungsformen der Fig. 1,
20 3 und 5 zum Einsatz kommen kann;

Fig. 8: eine perspektivische Darstellung der Meß-
anordnung der Fig. 7 von vorne oben gesehen;

Fig. 9: eine perspektivische Darstellung der Meß-
25 anordnung der Fig. 7 und 8 seitlich von
oben gesehen; und

Fig. 10: ein siebtes Ausführungsbeispiel.

30 In den Figuren ist in schematischer Darstellung ein Rotor 1
dargestellt, welcher zur Unwuchtmessung an einer Meßwelle 2

in bekannter Weise durch nicht näher dargestellte Spannmittel befestigt ist. Die Meßwelle 2 ist drehbar an einem ortsfesten Rahmen 6 gelagert. Es kann sich hier um den Maschinenrahmen einer Radauswuchtmaschine handeln. Die Lagerung erfolgt mit
5 Hilfe einer im einzelnen noch zu beschreibenden Lagerung 3, welche auch Kraftmeßgeber 4, 5 aufweist. Die Lagerung 3 kann ein rohrförmiges Drehlager 26 aufweisen, in welchem die Meßwelle 2 drehbar gelagert ist. Das Drehlager 26, welches die Meßwelle 2 aufnimmt, ist in einer ersten Lagerebene 8 an
10 einem Zwischenrahmen 7 über den Kraftmeßgeber 4 starr gelagert. Ferner wird durch Stützhebel 13, 14, die ein Stützhelppaar bilden und im Winkel zueinander verlaufen, eine virtuelle Stützstelle 24 in einer weiteren Lagerebene 9 geschaffen. Die Stützstelle 24 wirkt wie eine Schwenkachse,
15 welche senkrecht zur Achse 23 der Meßwelle 2 und senkrecht zur Krafteinleitungsrichtung der aus der Unwuchtmessung resultierenden Reaktionskräfte in den Kraftmeßgeber 4 verläuft. An ihren Enden sind die Stützhebel 13 und 14 gelenkig (Gelenke 19 und 22) mit dem Zwischenrahmen 7 und gelenkig
20 (Gelenke 20, 21) mit dem Drehlager 26 für die Meßwelle 2 verbunden. Die Gelenkachsen der Gelenke 19 bis 22 verlaufen parallel zur Schwenkachse, welche in der virtuellen Lagerstelle 24 gebildet ist. Die virtuelle Lagerstelle 24 kann sich zwischen dem Rotor 1 und der Lagerebene 8, in welcher
25 die Kraftmeßgeber 4 und 5 liegen, befinden (Fig. 1 und 2). Die virtuelle Lagerstelle 24 kann sich jedoch auch im Bereich des Rotors, insbesondere zwischen Ausgleichsebenen 27 und 28 befinden, in welchen der Unwuchtausgleich, beispielsweise durch Anbringen von Ausgleichsgewichten durchgeführt wird
30 (Fig. 5 und 6).

Der Zwischenrahmen 7 ist über den Kraftmeßgeber 5 am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt. Der Kraftmeßgeber 5 kann in der senkrecht zur Meßwelle 2 liegenden Lagerebene 8 angeordnet sein. Es ist jedoch auch möglich, den Kraftmeßgeber 5 in axialer Richtung der Meßwelle 2 versetzt in einer anderen Lagerebene anzuordnen. Ferner ist der Zwischenrahmen 7 über ein Stützhebelpaar (Stützhebel 11 und 12) am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt. An den Enden sind die Stützhebel 11, 12 mit dem ortsfesten Rahmen 6 gelenkig (Gelenke 15, 16) verbunden und gelenkig (Gelenke 17, 18 bei den Figuren 1, 3, 5, 10 und 7 bis 9 sowie Gelenke 19, 22 bei den Figuren 2, 4 und 6) mit dem Zwischenrahmen 7 verbunden. Der Zwischenrahmen 7 ist als starrer Lagerblock oder starrer und biege-steifer Lager-rahmen ausgebildet.

15

Bei den Ausführungsformen der Figuren 1 und 2 sowie 5 bis 9 verlaufen die Stützhebel 11 und 12 im wesentlichen parallel zueinander und parallel zur Achse 23 der Meßwelle 2. Die Stützhebel 11 und 12 bilden somit eine Parallelenkerführung zur im wesentlichen senkrecht zur Achse 23 der Meßwelle 2 gerichteten Krafteinleitung der beim Unwuchtmeßlauf sich ergebenden Reaktionskräfte in den Kraftmeßgeber 5.

Bei den Ausführungsformen der Figuren 3, 4 und 10 sind die beiden Stützhebel 11 und 12 in einem spitzen Winkel zueinander angeordnet, dessen Scheitel in der Achse 23 der Meßwelle 2 oder in der Nähe der Achse 23 liegt. Dieser Scheitel bildet eine weitere virtuelle Lagerstelle 25 in einer senkrecht zur Meßwelle 2 sich erstreckenden Lagerebene 10, welche an der Außenseite des Rotors 1 liegt.

30

In der Ausführungsform der Figur 10 liegt die virtuelle Lagerstelle 25 und die Lagerebene 10 in einer strichpunktiert gezeichneten Verlängerung der Meßwelle 2, welche bezüglich der Lagerung 3 der Meßwelle 2 entgegengesetzt zur Längsausdehnung der Meßwelle 2 verläuft. Die Lagerstelle 25 und die dazugehörige Lagerebene 10 liegen bezüglich der Lagerung 3 auf der zum Rotor 1 entgegengesetzt liegenden Seite.

Auch die virtuelle Lagerstelle 25 hat die Eigenschaft einer Schwenkachse, die senkrecht auf der Achse 23 der Meßwelle 2 und senkrecht auf die Einleitungsrichtung der Krafteinleitung in die Kraftmeßgeber 4 und 5 liegt. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen erfolgt diese Krafteinleitung in der Lagerebene 8. Zur Bildung der Schwenkachseneigenschaft in der jeweiligen virtuellen Lagerstelle 24, 25 verlaufen die Gelenkachsen der Gelenke 15 bis 22 parallel zueinander und senkrecht zur Achse 23 der Meßwelle 2 sowie zur Krafteinleitungsrichtung der Reaktionskräfte in die Kraftmeßgeber 4 und 5 in der Lagerebene 8.

20

Bei den Ausführungsformen der Figuren 3 und 4 werden zu beiden Seiten des Rotors 2, nämlich an der Innenseite und der Außenseite des Rotors Lagerebenen 9 und 10 mit den virtuellen Lagerstellen 24 und 25 geschaffen. Die virtuellen Lagerstellen 24 und 25 haben die Eigenschaften virtueller Meßorte. Der inneren Lagerstelle 24 zugeordnete Kräfte L werden vom Kraftmeßgeber 5 und der Lagerstelle 25 zugeordnete Kräfte R werden in den Kraftmeßgeber 4 eingeleitet. Die Kraftmeßgeber erzeugen entsprechende Meßgebersignale L' und R'. Daß in den virtuellen Lagerstellen 24 und 25 auch virtuelle Meßorte geschaffen sind, ergibt sich daraus, daß dann, wenn eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft in der linken

Lagerebene 9 angreift, ein der Größe dieser Fliehkraft proportionales Meßsignal L' vom Kraftmeßgeber 5 abgegeben wird, während der Kraftmeßgeber 4 kein Signal abgibt. Wenn in der rechten äußeren Lagerebene 10 eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft R angreift, gibt nur der Kraftmeßgeber 4 ein proportionales Meßsignal R' ab, während der Kraftmeßgeber 5 kein Signal erzeugt. Hieraus ergibt sich eine fliegende Lagerung, bei welcher die Ausgleichsebenen 27 und 28 am Rotor 1 zwischen den virtuellen Meßsorten bzw. virtuellen Meßebenen, welche mit den Lagerebenen 9 und 10 übereinstimmen, sich befinden, wie es in den Fig. 3 und 4 dargestellt ist. Bei einem aus der Rotorunwucht resultierenden Krafteingriff zwischen den Lagerebenen 9 und 10 werden die in diesen Ebenen (virtuelle Meßebene) wirksamen Lagerkräfte entsprechend den Lagerabständen von der Eingriffsstelle aufgeteilt und entsprechende Meßgebersignale von den Kraftmeßgebern 4 und 5 abgegeben.

Bei der in der Figur 10 dargestellten Ausführungsform befindet sich die eine virtuelle Lagerstelle 24, an welcher eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft L wirksam werden kann, in der Lagerebene 9 zwischen den beiden Ausgleichsebenen 27, 28, bevorzugt etwa in der Mitte zwischen den beiden Ausgleichsebenen 27, 28. Die andere virtuelle Lagerstelle 25 befindet sich bezüglich der Lagerung 3 der Meßwelle 2 auf der anderen Seite in der Verlängerung der Meßwelle. Hier wirkt eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft R . Wie oben schon erläutert, liefern die Meßgeber 4 und 5 den Fliehkraften R und L proportionale Meßsignale R' und L' .

30

Bei den Ausführungsformen der Figuren 1 und 2 sowie 5 bis 9 befindet sich die äußere virtuelle Lagerstelle im Unendlichen

oder in einer relativ großen Entfernung von einigen Metern, z.B. zwischen etwa 3 bis 20 m und mehr, da durch die Stützhebel 11 und 12 im wesentlichen eine Parallelführung des Zwischenrahmens 7 bewirkt wird. Wird bei diesen Ausführungsformen in der Lagerebene 9 (virtuelle Meßebe-
5 nen) an der virtuellen Lagerstelle (virtueller Meßort) eine aus der Rotorunwucht resultierende Fliehkraft (L in den Fig. 1 und 2 und S in den Fig. 5 und 6) eingeleitet, wird diese Kraft nur vom Kraftmeßgeber 5 erfaßt und von diesem ein proportionales Signal L'
10 bzw. S' abgegeben. Der Kraftmeßgeber 4 gibt kein Signal ab. Unabhängig vom Abstand der eingeleiteten Fliehkraft wird der Kraftmeßgeber 5 aufgrund der Parallelführung des Zwischenrahmens 7 ein nur der Fliehkraftgröße proportionales Signal
abgeben. Der Kraftmeßgeber 4 wird hingegen ein Meßsignal M'
15 abgeben, welches nicht nur der Fliehkraftgröße und damit der Unwuchtgröße proportional ist, sondern auch dem Abstand der Krafteinleitungsstelle von der Lagerebene 9 bzw. der virtuellen Lagerstelle 24.

20 Bei den Ausführungsformen der Figuren 1, 3, 5 und 10 sowie der Fig. 7 bis 9 erfolgt die Abstützung des Zwischenrahmens 7 am ortsfesten Rahmen 6 mit Hilfe des aus den Stützhebeln 11 und 12 gebildeten Stützhebelpaares und die Abstützung des rohrförmigen Drehlagers 26 der Meßwelle 2 mit Hilfe des aus
25 den Stützhebeln 13 und 14 gebildeten Stützhebelpaares in axialer Richtung der Meßwelle 2 gesehen hintereinander. Die Stützhebelpaare der Ausführungsformen der Figuren 3 und 4 haben die gleiche Neigungsrichtung. Bei dem Ausführungsbeispiel 11, 12 ist die Neigungsrichtung entgegengesetzt zu der
30 Neigungsrichtung des Stützhebelpaares 13, 14. Bei den Ausführungsformen der Figuren 2, 4 und 6 erfolgt die Abstützung des Stützrahmens 7 am ortsfesten Rahmen 6 und des Drehlagers 26

der Meßwelle 2 am Zwischenrahmen 7 mit den jeweiligen Stütz-
hebelpaaren 11, 12 und 13, 14 nebeneinander bzw. übereinan-
der. Dabei können die Gelenke 17, 19 und 18, 22 in den ge-
meinsamen Gelenken 19 und 22 am Zwischenrahmen 7 zusammenfal-
5 len, wie es in den Fig. 2, 4 und 6 dargestellt ist.

Die Stützhebel 11 bis 14 können von Flachteilen gebildet
werden, die starr und biegesteif ausgebildet sind. Die Flach-
teile können aus einem Stück gebildet sein, wobei die Gelenke
10 durch linienförmige Schwachstellen, z.B. in Form von Ein-
schnürungen gebildet sind. Wie aus den Fig. 7 bis 9 zu erse-
hen ist, kann aus dem Stück, welches die Flachteile für die
Stützhebel 11 bis 14 bildet, auch eine Halteplatte 33 gebil-
det sein, welche Bestandteil der Halteeinrichtung 29 ist. Die
15 Halteplatte 33 ist fest mit dem rohrförmigen Drehlager 26,
beispielsweise durch Schweißen verbunden. Zusätzlich kann als
Bestandteil der Halteeinrichtung 29 noch ein Stützwinkel 34
vorgesehen sein, der ebenfalls durch beispielsweise Schweißen
fest mit der Halteplatte 3 und dem Drehlager 26 verbunden
20 ist. In den Figuren ist der obere Stützwinkel 34 dargestellt.
Es kann zusätzlich auch ein unterer Stützwinkel noch vorgese-
hen sein. Der obere und untere Stützwinkel können auch aus
einem Winkelstück bestehen, bei dem das Drehlager 26 durch
eine Öffnung in dem Winkelstück geführt und fest, z.B. durch
25 Schweißen mit dem Winkelstück verbunden ist. Hierdurch wird
eine starre und biegesteife Verbindung der Halteeinrichtung
29 mit dem Drehlager 26 zwischen den beiden Gelenken 20 und
21 geschaffen. Die Gelenke 20 und 21 befinden sich zwischen
den beiden Stützhebeln 13 und 14 und der Halteplatte 33.

30

Aus dem einen Stück, aus dem die Flachteile für die Stützhe-
bel 11 bis 14 gebildet sind, können ferner Befestigungsplat-

ten 37, 38 und 40, 41 gebildet sein. Die Befestigungsplatten 37, 38 sind fest, beispielsweise durch Schraubverbindungen oder anderweitig mit dem ortsfesten Rahmen 6 verbunden. Die Befestigungsplatten 37 und 38 bilden die Befestigungsstellen für das aus den Stützhebeln 11 und 12 gebildeten Stützhebelarm, mit welchem der Zwischenrahmen 7 am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt ist. Zwischen den Befestigungsplatten 37 und 38 und den Flachteilen, welche die Stützhebel 11 und 12 bilden, sind die durch die linienförmigen Schwachstellen bzw. Einschnürungen gebildeten Gelenke 15 und 16 vorgesehen. Die Schwachstellen haben einen konkaven, insbesondere halbkreisförmigen Querschnitt.

Ferner sind aus dem einen Stück die beiden Befestigungsplatten 40 und 41 gebildet, welche fest, beispielsweise durch Schraubverbindungen, Schweißen oder dergleichen, mit Seitenflächen des Zwischenrahmens 7 verbunden sind. Zwischen den beiden Befestigungsplatten 40 und 41 und den Stützhebeln 11 und 12 sind durch die Schwachstellen bzw. Einschnürungen die Gelenke 17 und 18 gebildet. Zwischen den Flachteilen, welche die Stützhebel 13 und 14 bilden, sind durch Schwachstellen bzw. Einschnürungen die Gelenke 19 und 22 gebildet.

Auf diese Weise läßt sich aus einem Stück praktisch die gesamte Lagerung 3, mit welcher die Meßwelle 2 am ortsfesten Rahmen 6 abgestützt ist und welche die virtuellen Lagerstellen und Meßorte vorgibt, bilden.

Die parallel Führung des Zwischenrahmens 7 am ortsfesten Rahmen ergibt sich im wesentlichen dadurch, daß die Grundlinien der konkaven Einschnürungen 15, 17 und 16, 18 zu beiden Seiten der Stützhebel 11 und 12 etwa in parallelen Ebenen

und 36 liegen, in denen die Führungsfunktion der beiden Stützhebel 11 und 12 erreicht wird. Die jeweiligen Einschnürungen 15, 17 und 16, 18 befinden sich an gegenüberliegenden Flächen der die Flachteile bildenden Stützhebel 11 und 12. Die Stützhebel 11 und 12 sind in einem äußerst spitzen Winkel zueinander geneigt, wobei jedoch, wie schon erläutert die Parallelenkerführung durch Führungsfunktion in den parallelen Ebenen 35 und 36 erzielt wird. Hierdurch können den Figuren 1 und 5 entsprechende Meßanordnungen erreicht werden. Um eine der Figur 3 entsprechende Meßanordnung zu erreichen, können die Stützhebel 11 und 12 in einem entsprechend größeren Winkel zueinander geneigt werden.

Um das in der Figur 10 dargestellte Ausführungsbeispiel zu verwirklichen, sind die Stützhebel 11, 12 in den Figuren 7 bis 9 an ihren hinteren Enden aufeinander zu gerichtet. Die hinteren Einschnürungen bzw. Gelenke 15, 16 liegen näher zur Achse der Meßwelle 2 als die vorderen Einschnürungen bzw. Gelenke 17, 18.

20

Wie ferner aus der Fig. 8 ersichtlich ist, sind die beiden Kraftgeber 4, 5 in einer Wirklinie angeordnet, wobei der Kraftmeßgeber 4 zwischen dem Drehlager 6 und der Innenseite des Zwischenrahmens 7 und der Kraftmeßgeber 5 zwischen der Außenseite des Zwischenrahmens 7 bzw. der Befestigungsplatte 41 (Fig. 9) und dem ortsfesten Rahmen 6 angeordnet sind.

Für den Antrieb der Meßwelle 2 ist ein Elektromotor 30 vorgesehen, welcher über einen Riementrieb 31 die Meßwelle antreibt. Der Motor 30 ist am Drehlager 26 über einen Auslegerarm 32 gelagert. Durch diese Lagerung wird das Meßergebnis

30

aus vom Motorantrieb resultierenden Störungen nicht beeinflusst.

In axialer Richtung gesehen, wird eine kompakte Lagerung 3 für die Meßwelle 2 am ortsfesten Rahmen 6 geschaffen. Hieraus ergeben sich im Zusammenhang mit der reduzierten Kräftedynamik insbesondere bei fliegender Lagerung der Meßwelle 2 eine Verringerung des Einflusses von Empfindlichkeitsänderungen der Kraftaufnehmer, beispielsweise in Folge unterschiedlicher Einwirkungen von Temperatur, Alterung, Schlag, Überlastung, Transporterschütterungen und Feuchtigkeit, eine verringerte Notwendigkeit für den Austausch der Kraftmeßgeber, von Nachjustagen der Meßanordnung nach Transport und Aufstellung der Maschine, verringerte Servicekosten, verbesserte Meßgenauigkeit, verringerte Anforderungen an die Auflösung der AD-Wandler bei der Digitalisierung der analogen Meßsignale und ein großer virtueller Abstand der Meßebenen trotz der kompakten Bauweise. Trotz liegender Lagerung der Meßwelle erreicht man eine reduzierte Kräftedynamik ähnlich der einer Meßanordnung mit zwei Lagerstellen zu beiden Seiten des Rotors.

[Bezugszeichenliste]

	1	Rotor
	2	Meßwelle
	3	Lagerung
5	4	Kraftmeßgeber
	5	Kraftmeßgeber
	6	ortsfester Rahmen
	7	Zwischenrahmen
	8	Lagerebene
10	9	Lagerebene
	10	Lagerebene
	11	Stützhebel
	12	Stützhebel
	13	Stützhebel
15	14	Stützhebel
	15	Gelenk
	16	Gelenk
	17	Gelenk
	18	Gelenk
20	19	Gelenk
	20	Gelenk
	21	Gelenk
	22	Gelenk
	23	Meßwellenachse
25	24	virtuelle Lagerstelle
	25	virtuelle Lagerstelle
	26	Drehlager
	27	Ausgleichsebene
	28	Ausgleichsebene
30	29	Halteeinrichtung
	30	Elektromotor
	31	Riementrieb

	32	Auslegerarm
	33	Halteplatte
	34	Stützwinkel
	35	parallele Ebene
5	36	parallele Ebene
	37	Befestigungsplatte
	38	Befestigungsplatte
	40	Befestigungsplatte
	41	Befestigungsplatte

10

[Patentansprüche]

1. Vorrichtung zur Messung von Kräften, welche durch eine Unwucht eines Rotors erzeugt werden, mit
 - einer in einem Drehlager (26) drehbar um ihre Achse (23) gelagerten Meßwelle (2), an welcher der Rotor (1) für die Messung befestigt ist, und
 - einer Kraftmeßgeber (4, 5) aufweisenden Lagerung (3) der Meßwelle (2) an einem ortsfesten Rahmen (6), wobei
 - die Lagerung (3) einen Zwischenrahmen (7) aufweist, an welchem die Meßwelle (2) in einer Kraftmeßgeber (4) aufweisenden Lagerebene abgestützt ist, dadurch gekennzeichnet, daß
 - der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) über einen weiteren Kraftmeßgeber (5) abgestützt ist und
 - die Meßwelle (2) am Zwischenrahmen (7) und der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) ferner in jeweils einer von Stützhebeln (11, 12, 13, 14) gebildeten virtuellen Lagerstelle (24, 25) abgestützt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßgeber (4,5) in Lagerebenen im Bereich des starren Zwischenrahmens (7) angeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßgeber (4, 5) in einer gemeinsamen Lagerebene (8) liegen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenrahmen (7) am ortsfesten Rahmen (6) und die Meßwelle (2) am Zwischenrahmen (7) in der Weise gelagert sind, daß die in die Kraftmeßgeber (4, 5) eingeleiteten Kräfte in einer Ebene liegen und parallel, insbesondere coaxial, zueinander ausgerichtet sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuellen Lagerstellen (24, 25) außerhalb der Ausgleichsebenen (27, 28) liegen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuellen Lagerstellen (24, 25) in ihren Schnittpunkten mit der Meßwelle (2) virtuelle Meßorte bilden.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die virtuellen Lagerstellen (24, 25) linienförmig ausgebildet sind und senkrecht zur Meßwellenachse (23) verlaufen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwelle (2) am Zwischenrahmen (7) in einer zweiten Lagerebene (9), welche die von den Stützhebeln (13, 14) gebildete virtuelle Lagerstelle (24) aufweist, abgestützt ist und der Zwischenrahmen (7) in der den Kraftmeßgeber (5) aufweisenden Lagerebene (8) und mit Parallelführung am ortsfesten Rahmen (6) abgestützt ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerung (3) nur eine virtuelle Lagerstelle (24) aufweist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die eine virtuelle Lagerstelle (24) zwischen den Ausgleichsebenen (27, 28) liegt.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die eine virtuelle Lagerstelle (24) zwischen dem Rotor (1) und dem ortsfesten Rahmen (6) liegt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zwei virtuelle Lagerstellen (24, 25) beidseits des Rotors (1) vorgesehen sind.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine virtuelle Lagerstelle (24) etwa
5 in der Mitte zwischen den beiden Ausgleichsebenen (27, 28) liegt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die von einem ersten Stützhebelpaar
10 (11, 12) gebildete virtuelle Lagerstelle (25) in einer Verlängerung der Meßwelle (2) liegt, welche bezüglich der Lagerung (3) der Meßwelle (2) entgegengesetzt zur Längsrichtung der Meßwelle (2) verläuft.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerstellen (24, 25) in Schnittpunkten der Verlängerungen der Stützhebel (11, 12 bzw.
15 13, 14) des jeweiligen Stützhebelpaares liegt.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenrahmen (7) über ein erstes Stützhebelpaar (11, 12) und Gelenke (15-18) am ortsfesten Rahmen (6) und die Meßwelle (2) über ein zweites Stützhebelpaar (13, 14) und Gelenke (19-22) am Zwischenrahmen (7) abgestützt sind und daß die Achsen der jeweiligen Gelenke (15-22) im wesentlichen senkrecht zu der
20 Richtung verlaufen, in welcher die in die Kraftmeßgeber (4, 5) eingeleiteten Kräfte wirksam sind und senkrecht zur Achse (23) der Meßwelle (2) liegen.
25

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhebel (11, 12) des ersten Stützhebelpaares parallel oder in einem Winkel, dessen Scheitel im wesentlichen in der Achse (23) der Meßwelle (2) liegt, angeordnet sind.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhebel (11-14) durch biegesteife Flachteile gebildet sind, die zwischen den zugeordneten Gelenken (15-22) angeordnet sind.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die die Stützhebel (11-14) bildenden Flachteile mit ihren Flächen in der gleichen Ebene liegen wie die Achsen der zugeordneten Gelenke (15-22).
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Stützhebel (11 bis 14) und die Gelenke (15 bis 22) aus einem Stück gebildet sind, wobei die Gelenke (15 bis 22) als linear verlaufende Schwachstellen ausgebildet sind.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der beiden virtuellen Lagerstellen (24, 25) gegenüber der Achse (23) der Meßwelle (2) auf die Seite zu versetzt ist, auf welcher der jeweils zugeordnete Kraftmeßgeber (4, 5) liegt.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützung der Meßwelle (2) im Zwischenrahmen (7) und die Abstützung des Zwischenrahmens (7) am ortsfesten Rahmen (6) in axialer Richtung der Meßwelle (2) gesehen hintereinander oder nebeneinander liegen.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehlager (26) mit einer biege-
steifen Halteeinrichtung (29) im axialen Abstand zur La-
gerebene (8), in welcher die Kraftmeßgeber (5, 6) liegen,
5 fest verbunden ist und daß die Halteeinrichtung (29) über
zwei im Winkel zueinander angeordnete Stützhebel (13, 14)
und die Gelenke (19 bis 22) am Zwischenrahmen (8) abge-
stützt ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch
10 gekennzeichnet, daß die Gelenke (15-22) bildenden
Schwachstellen einen konkaven Querschnitt aufweisen.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch
gekennzeichnet, daß die Gelenke (15-22) bildenden
Schwachstellen als Linearperforationen ausgebildet sind.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 99/06372

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01M1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 16882 A (UNIV CALIFORNIA) 9 May 1997 (1997-05-09) page 5 -page 9	1-25
A	WO 98 10261 A (MEANEY PAUL PATRICK ;FOGARTY PADRAIG (IE); CULLEN RICHARD JAMES (I) 12 March 1998 (1998-03-12) claims 1-40	1-25
A	US 5 189 912 A (QUINLAN MICHAEL M ET AL) 2 March 1993 (1993-03-02) claims 1-16	1
A	DE 43 29 831 A (HOFMANN WERKSTATT TECHNIK) 9 March 1995 (1995-03-09) claims 1-17	1
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 December 1999

Date of mailing of the international search report

11/01/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietrich, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 99/06372

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 29 20 030 A (NORTRON CORP) 31 January 1980 (1980-01-31) claims 1-17	1
A	EP 0 343 265 A (SCHENCK AUTO SERVICE GERAETE) 29 November 1989 (1989-11-29) cited in the application column 5 -column 6	1
A	EP 0 133 229 A (FMC CORP) 20 February 1985 (1985-02-20) cited in the application claims 1-10	1
A	DE 33 30 880 A (COATS WHEEL BALANCER CORP) 8 March 1984 (1984-03-08) cited in the application page 4 -page 5	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 99/06372

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9716882 A	09-05-1997	US 5847480 A EP 0858691 A	08-12-1998 19-08-1998
WO 9810261 A	12-03-1998	AU 4635797 A EP 0925489 A IE 80503 B	26-03-1998 30-06-1999 12-08-1998
US 5189912 A	02-03-1993	IE 67342 B AT 118883 T AU 625780 B AU 4112289 A DE 68921271 D DE 68921271 T EP 0358496 A ES 2070908 T	20-03-1996 15-03-1995 16-07-1992 15-03-1990 30-03-1995 03-08-1995 14-03-1990 16-06-1996
DE 4329831 A	09-03-1995	AT 176950 T EP 0642008 A ES 2130301 T JP 2652520 B JP 7174657 A US 5717138 A	15-03-1999 08-03-1995 01-07-1999 10-09-1997 14-07-1995 10-02-1998
DE 2920030 A	31-01-1980	AU 534527 B AU 4698279 A BR 7903102 A CA 1129678 A GB 2025058 A, B JP 55015392 A MX 4610 E US 4352291 A	02-02-1984 22-11-1979 11-12-1979 17-08-1982 16-01-1980 02-02-1980 29-06-1982 05-10-1982
EP 0343265 A	29-11-1989	JP 2024527 A US 5014426 A	26-01-1990 14-05-1991
EP 0133229 A	20-02-1985	US 4494400 A AU 565106 B AU 3073284 A CA 1219461 A DE 3475002 A JP 1939893 C JP 6065976 B JP 60058525 A MX 160340 A	22-01-1985 03-09-1987 31-01-1985 24-03-1987 08-12-1988 09-06-1995 24-08-1994 04-04-1985 08-02-1990
DE 3330880 A	08-03-1984	US 4499768 A AU 564038 B AU 1797283 A BR 8304829 A FR 2532753 A GB 2126738 A, B IT 1167385 B JP 1773743 C JP 4049057 B JP 59141029 A	19-02-1985 30-07-1987 15-03-1984 24-04-1984 09-03-1984 28-03-1984 13-05-1987 14-07-1993 10-08-1992 13-08-1984

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06372

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01M1/04

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 16882 A (UNIV CALIFORNIA) 9. Mai 1997 (1997-05-09) Seite 5 -Seite 9	1-25
A	WO 98 10261 A (MEANEY PAUL PATRICK ;FOGARTY PADRAIG (IE); CULLEN RICHARD JAMES (I) 12. März 1998 (1998-03-12) Ansprüche 1-40	1-25
A	US 5 189 912 A (QUINLAN MICHAEL M ET AL) 2. März 1993 (1993-03-02) Ansprüche 1-16	1
A	DE 43 29 831 A (HOFMANN WERKSTATT TECHNIK) 9. März 1995 (1995-03-09) Ansprüche 1-17	1
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Dezember 1999

Abgeschlossenheit des internationalen Recherchenberichts

11/01/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Dietrich, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06372

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 29 20 030 A (NORTRON CORP) 31. Januar 1980 (1980-01-31) Ansprüche 1-17 -----	1
A	EP 0 343 265 A (SCHENCK AUTO SERVICE GERAETE) 29. November 1989 (1989-11-29) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5 -Spalte 6 -----	1
A	EP 0 133 229 A (FMC CORP) 20. Februar 1985 (1985-02-20) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-10 -----	1
A	DE 33 30 880 A (COATS WHEEL BALANCER CORP) 8. März 1984 (1984-03-08) in der Anmeldung erwähnt Seite 4 -Seite 5 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/06372

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9716882 A	09-05-1997	US 5847480 A EP 0858691 A	08-12-1998 19-08-1998
WO 9810261 A	12-03-1998	AU 4635797 A EP 0925489 A IE 80503 B	26-03-1998 30-06-1999 12-08-1998
US 5189912 A	02-03-1993	IE 67342 B AT 118883 T AU 625780 B AU 4112289 A DE 68921271 D DE 68921271 T EP 0358496 A ES 2070908 T	20-03-1996 15-03-1995 16-07-1992 15-03-1990 30-03-1995 03-08-1995 14-03-1990 16-06-1996
DE 4329831 A	09-03-1995	AT 176950 T EP 0642008 A ES 2130301 T JP 2652520 B JP 7174657 A US 5717138 A	15-03-1999 08-03-1995 01-07-1999 10-09-1997 14-07-1995 10-02-1998
DE 2920030 A	31-01-1980	AU 534527 B AU 4698279 A BR 7903102 A CA 1129678 A GB 2025058 A,B JP 55015392 A MX 4610 E US 4352291 A	02-02-1984 22-11-1979 11-12-1979 17-08-1982 16-01-1980 02-02-1980 29-06-1982 05-10-1982
EP 0343265 A	29-11-1989	JP 2024527 A US 5014426 A	26-01-1990 14-05-1991
EP 0133229 A	20-02-1985	US 4494400 A AU 565106 B AU 3073284 A CA 1219461 A DE 3475002 A JP 1939893 C JP 6065976 B JP 60058525 A MX 160340 A	22-01-1985 03-09-1987 31-01-1985 24-03-1987 08-12-1988 09-06-1995 24-08-1994 04-04-1985 08-02-1990
DE 3330880 A	08-03-1984	US 4499768 A AU 564038 B AU 1797283 A BR 8304829 A FR 2532753 A GB 2126738 A,B IT 1167385 B JP 1773743 C JP 4049057 B JP 59141029 A	19-02-1985 30-07-1987 15-03-1984 24-04-1984 09-03-1984 28-03-1984 13-05-1987 14-07-1993 10-08-1992 13-08-1984

FIG. 7

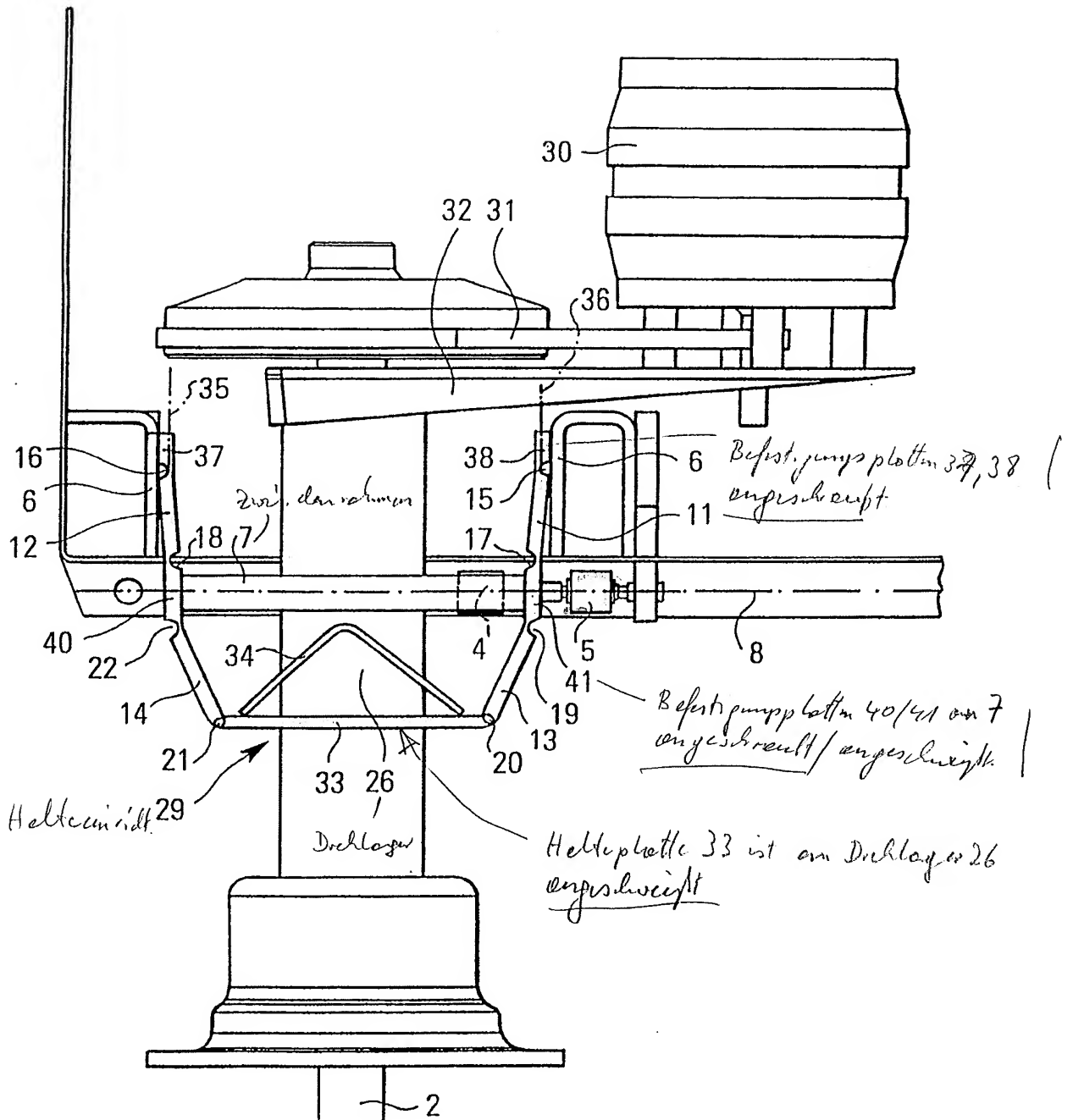
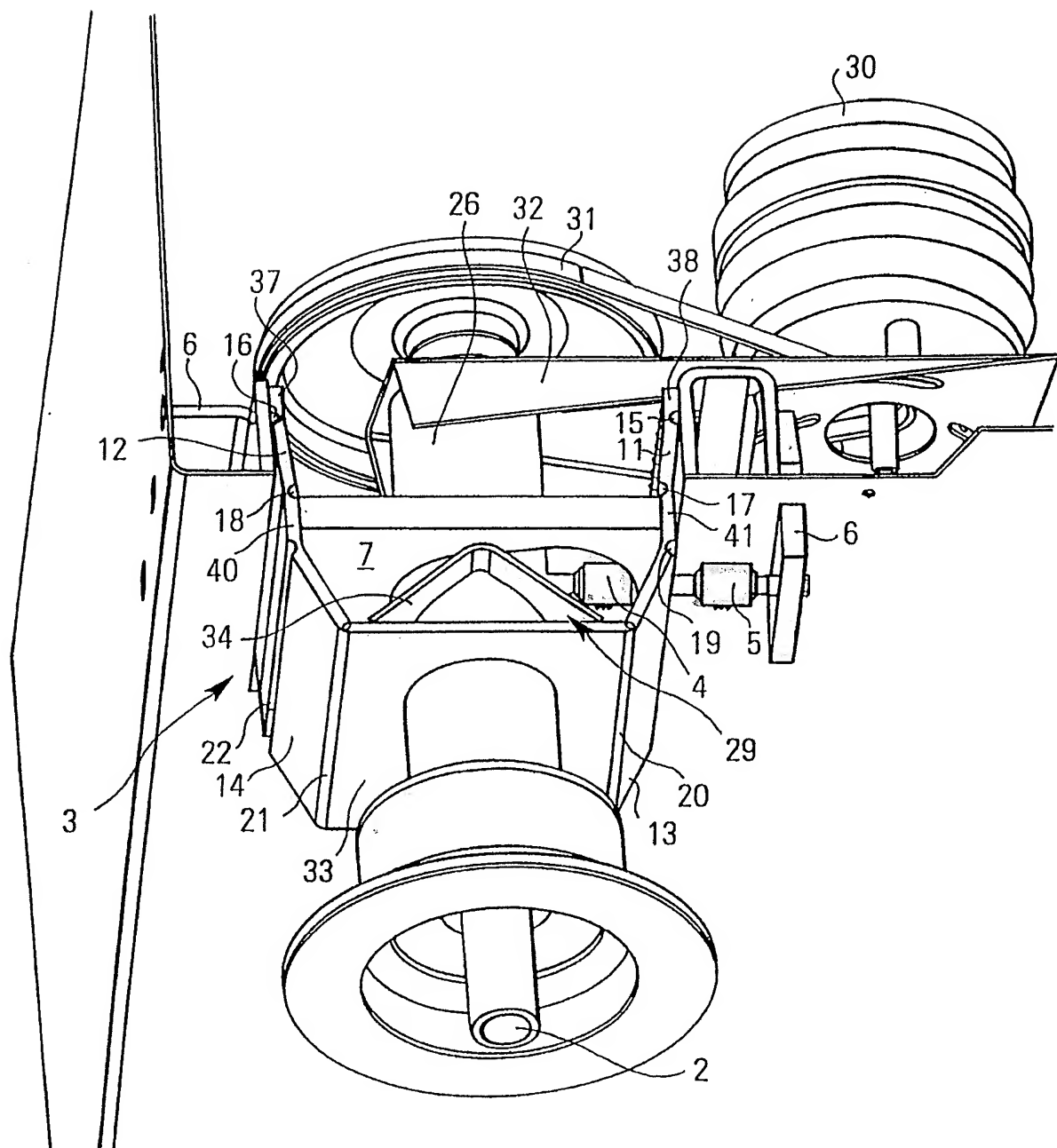


FIG.8

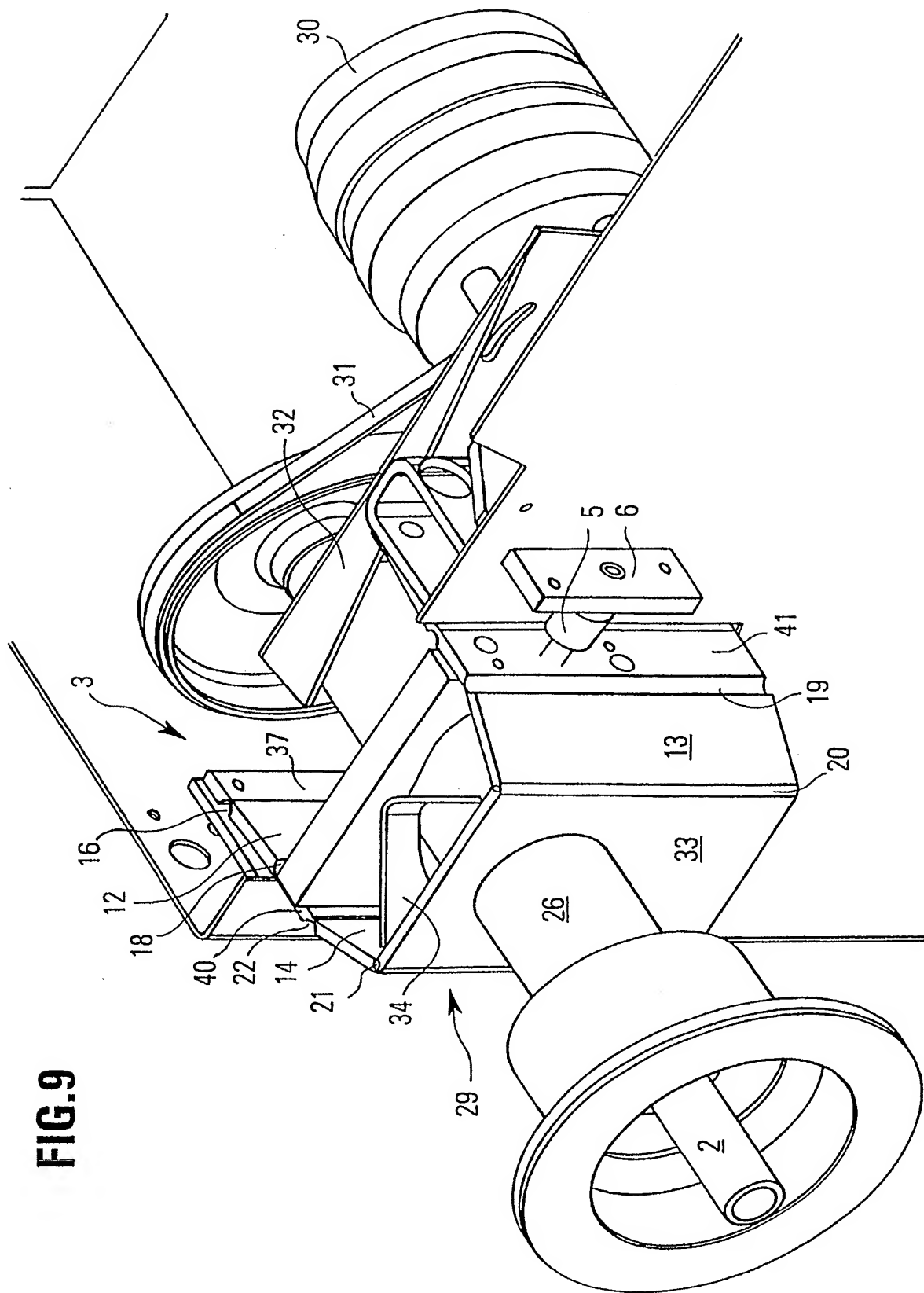


FIG. 9

10/10

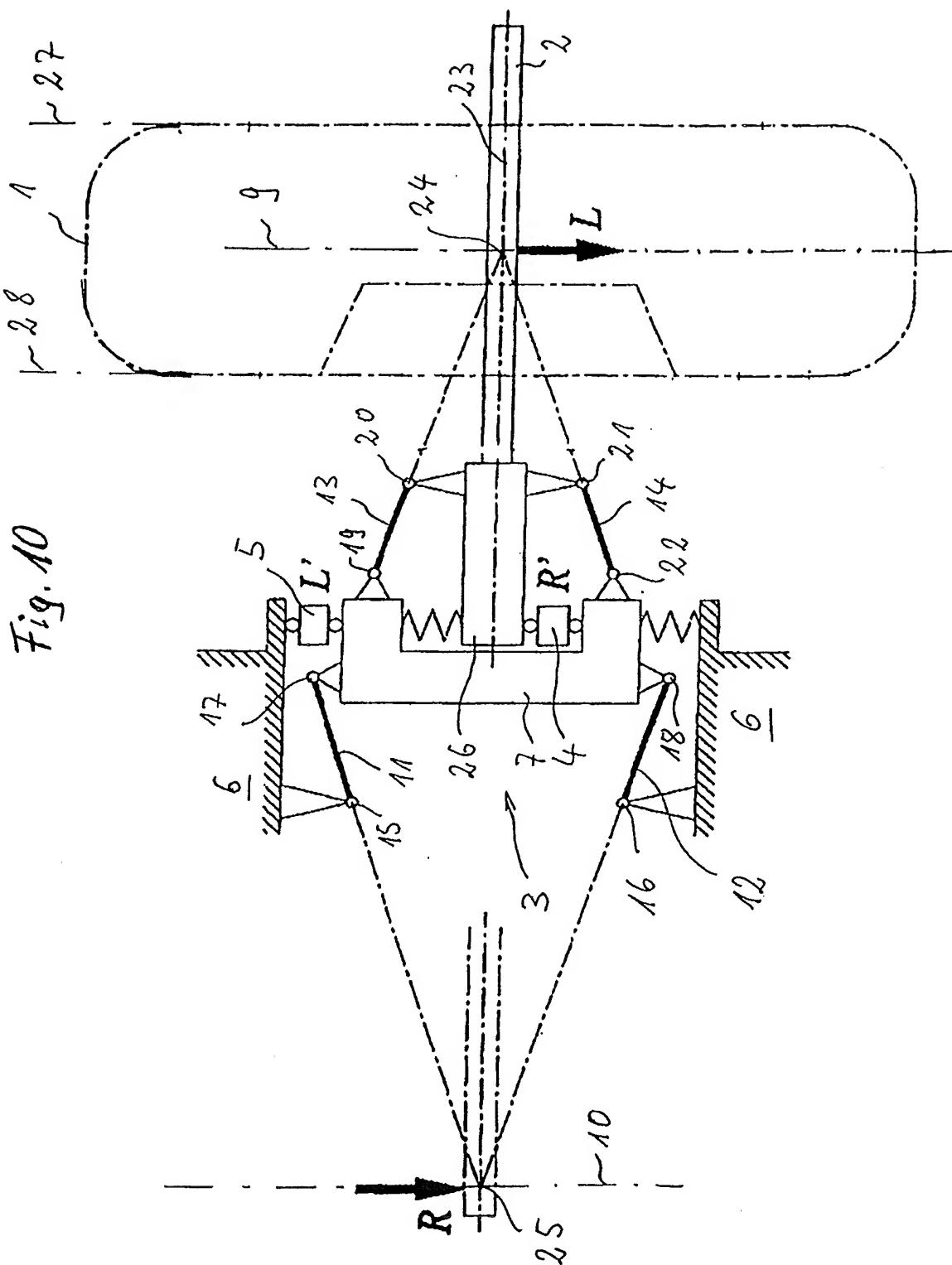
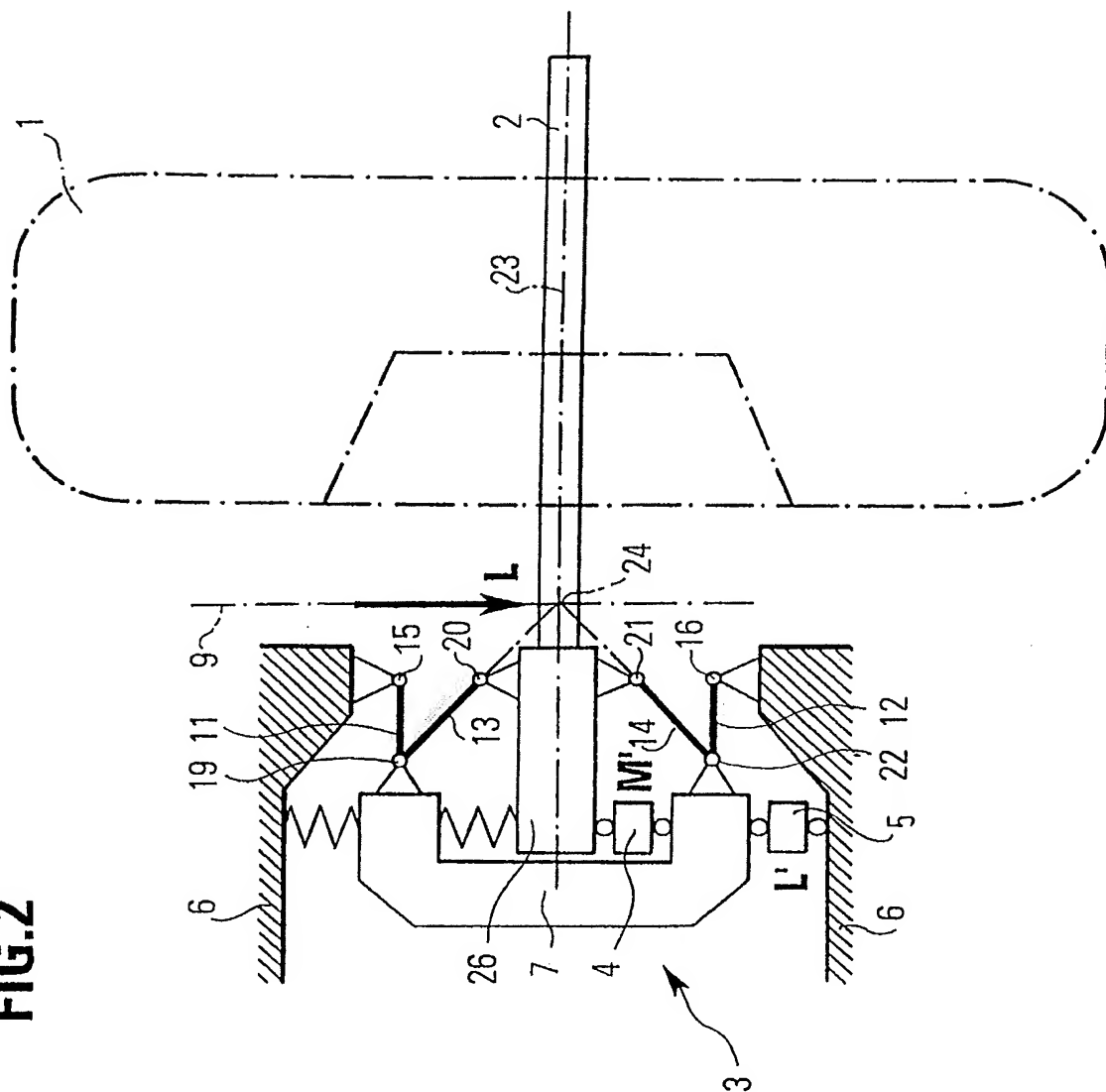


FIG.2



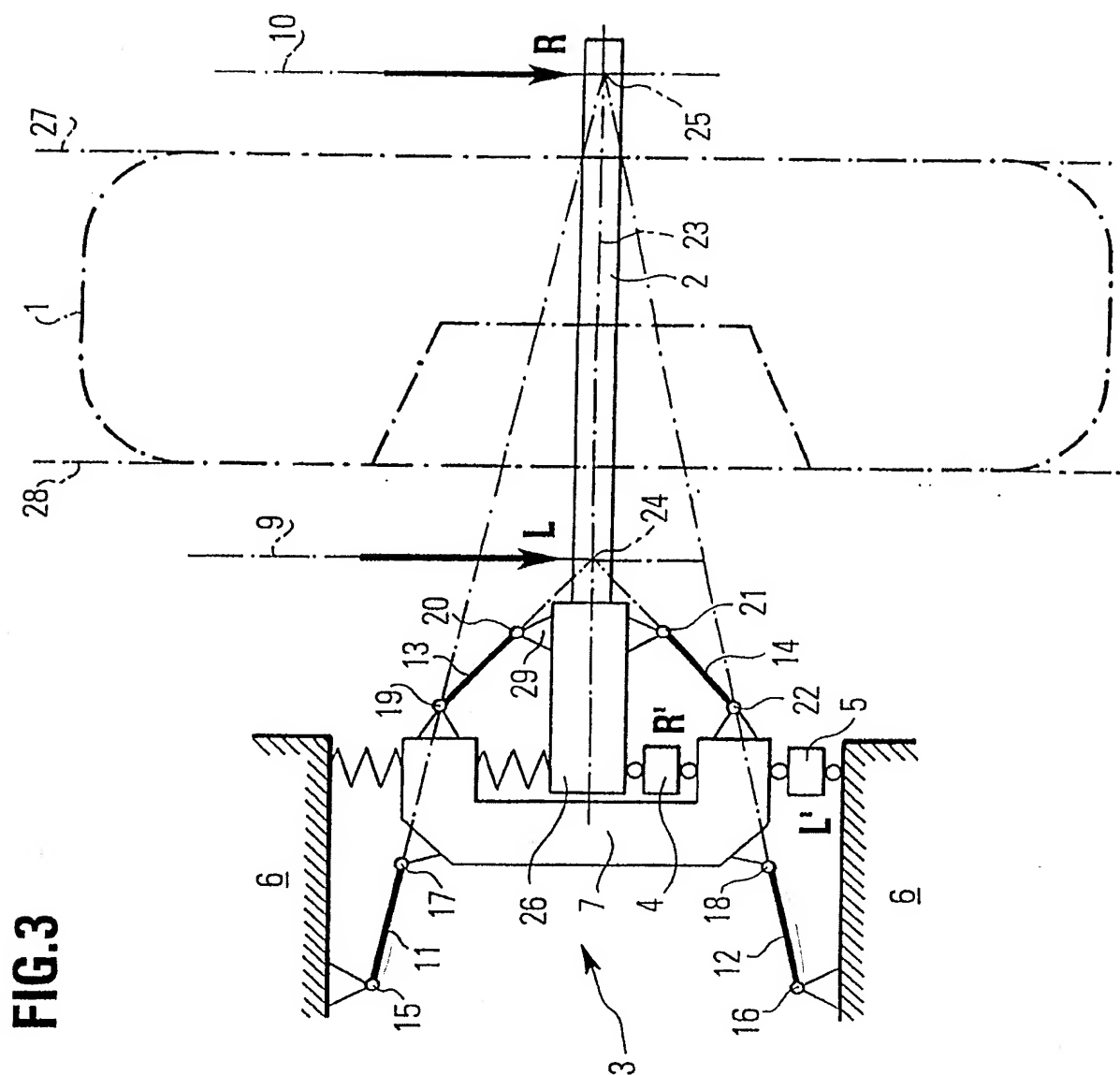


FIG.4

